

УДК 669.15-194:539.538

Л. Г. Коршунов*, Н. Л. Черненко

Институт физики металлов УрО РАН, г. Екатеринбург

*korshunov@imp.uran.ru

СТРУКТУРНЫЕ И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ, ИНИЦИИРОВАННЫЕ ТРЕНИЕМ В АУСТЕНИТНОЙ ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ

Металлографическим, электронно-микроскопическим и рентгеновским методами анализа исследовано влияние предварительной пластической деформации в зоне фрикционного контакта на структурные превращения и сопротивление изнашиванию аустенитной нержавеющей стали 12Х18Н9Т, подвергнутой далее оксидированию в воздушной среде при температурах 300–800 °С в течение 1 часа.

Ключевые слова: поверхность, нержавеющая аустенитная сталь, наноструктурирование трением, оксидирование, трибологические свойства.

L. G. Korshunov, N. L. Chernenko

THE STRUCTURAL AND TRIBOLOGICAL EFFECTS INITIATED BY FRICTION IN AUSTENITIC CHROME-NICKEL STEEL

Metallography, electron microscopy, and X-ray diffraction have been used to investigate the effect of preliminary plastic deformation in the zone of sliding friction contact on the structural transformations in the 12Kh19N9T austenitic stainless steel subjected to subsequent 1 h oxidation in air at temperatures of 300–800 °C, as well as on the steel wear resistance.

Key words: surface, austenitic stainless steel, friction-induced nanostructuring, oxidation, tribological characteristics.

Важным результатом механического взаимодействия металлических поверхностей является формирование нанокристаллических структур. Уровень сжимающих напряжений в зоне трения со-

ответствует величине микротвердости поверхностей трения металлов [1, 2]. Нанокристаллическая структура трения характеризуется большой неоднородностью и чрезвычайно высоким уровнем дефектности — большой протяженностью границ, экстремальной плотностью дислокаций, дисклинаций, дефектов — вакансий и атомов внедрения [3]. Обнаружено, что оксидирование деформированной трением стали 12Х18Н9Т вызывает существенное увеличение твердости и износостойкости. Это расширяет возможности практического применения рассматриваемой стали. Экстремальная пластическая деформация, осуществляемая в условиях трения скольжения, создает в поверхностном слое толщиной до 10 мкм аустенитной стали 12Х18Н9Т двухфазную $\gamma + \alpha'$ (~50 об. %) нанокристаллическую структуру. Размер кристаллов 10–60 нм, твердость — 5,2 ГПа. Последующее оксидирование при 300–500 °С в течение 1 ч приводит к росту твердости деформированного трением поверхностного слоя исследуемой стали до уровня 7,0 ГПа, рис.

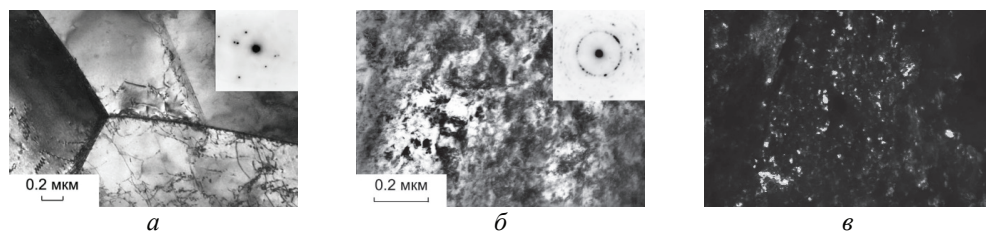


Рис. Светлопольные (*а, б*) и темнопольное (рефлексы $111_\gamma + 110_\alpha$) (*в*) изображения микроструктуры стали 12Х18Н9Т:

а — после закалки от 1120 °С; *б, в* — после закалки и фрикционной обработки

Это объясняется ускоренным насыщением аустенита и мартенсита атомами кислорода, активно диффундирующими по границам γ - и α' -нанокристаллов. Экспериментально обнаружено, что концентрация кислорода в поверхностном слое и в продуктах изнашивания стали достигает 8,5 мас. %. Атомы кислорода усиливают примесное закрепление многочисленных дефектов в стали, повышая ее прочность и износостойкость. Оксидирование при температурах 550–700 °С создает в структуре стали высокую концентрацию твердых наночастиц оксида Fe_3O_4 (магнетита). Эта дисперсная фаза увеличивает сопротивление термическому разупрочнению деформированной стали, а также

значительно (до 13 раз) увеличивает сопротивление стали адгезионно-окислительному изнашиванию. Структурное состояние, создаваемое в стали 12Х18Н9Т сильной пластической деформацией и оксидированием, не оказывает заметного влияния на коэффициент трения стали 12Х18Н9Т, который относительно велик: 0,50–0,75.

Литература

1. Коршунов Л. Г., Макаров А. В., Черненко Н. Л. Развитие идей академика В. Д. Садовского. Сб. трудов. Екатеринбург : ИФМ УрО РАН, 2008. С. 218.
2. Коршунов Л. Г. Влияние контактных напряжений на фазовый состав, прочностные и трибологические свойства нанокристаллических структур, возникающих в сталях и сплавах при трении скольжения / Л. Г. Коршунов [и др.] // МиТОМ. 2008. № 12. С. 24–34.
3. Валиев Р. З., Александров И. В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М. : Логос, 2000. 272 с.